



**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA CIVIL EN METALURGIA**

**“CONFECCIÓN DE UN CUADRO DE MANDO OPERACIONAL PARA UNA PLANTA  
DE MOLIENDA Y FLOTACIÓN – CASO APLICADO A DIVISIÓN EL SOLDADO,  
ANGLO AMERICAN”.**

**JUAN IGNACIO AGUILERA LÓPEZ  
IVÁN ÁNDRES VILLANUEVA SORIANO**

**PROFESOR GUÍA: ROBERTO PARADA ARAYA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL EN METALURGIA**

**SANTIAGO – CHILE  
DICIEMBRE, 2018**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL EN METALURGIA  
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD

Los presentes, **Juan Ignacio Aguilera López, Rut: 18.847.901-4** e **Iván Andrés Villanueva Soriano, Rut: 18.935.734-6**, declaran que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, Diciembre de 2018

---

Firma alumnos

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos en conjunto a nuestras familias quienes con sus palabras de aliento, comprensión y apoyo han sido el sustento incondicional para alcanzar este nuevo logro profesional en nuestras vidas.

Mención especial a nuestros profesores y profesor guía de tesis quienes con sus conocimientos supieron guiarnos durante todo el desarrollo de este proyecto.

Juan Aguilera López e Iván Villanueva Soriano.

## RESUMEN EJECUTIVO

Las empresas actualmente se encuentran en un entorno competitivo, obligándolas a generar modelos o herramientas de administración que faciliten la gestión de la organización de forma integral y oportuna, a través del acceso a tecnologías de información. Es fundamental que toda empresa mida su desempeño en operaciones mediante sus parámetros claves, para que los objetivos que se proponen, puedan ser medidos y mejorados en la medida en que estos se desvían del plan estratégico propuestos a nivel de corporación.

El modelo a implementar fue propuesto por Robert Kaplan y David Norton en 1990, llamándolo cuadro de mando integral (CMI) cuando es aplicado a niveles de la alta gerencia, y si es llevado e interiorizado a niveles de procesos, sin importar cuales sean estos, se traduce al cuadro de mando operacional (CMO). En este caso, es aplicado a la compañía Anglo American, División El soldado, la cual es una mina a rajo abierto, que cuenta con plantas de tratamiento de minerales oxidados y sulfurados (actualmente solo opera planta sulfuros), Ubicada en la Quinta Región, comuna de Nogales, Km 122 ruta 5 Norte, a 600 metros sobre el nivel del mar.

La implementación del cuadro de mando operacional, es llevado para los circuitos de Molienda y Flotación. Los KPI identificados para el proceso de Molienda son tratamiento (TpH), P80, F80, tiempo operativo de los molinos, presión de descanso y dureza del mineral. Para el proceso de Flotación se determinan la recuperación planta, tratamiento (TpH), F80 y ley de concentrado.

Se escoge como base el programa “Microsoft Excel” el cual servirá como fuente para representar el programa interactivo a confeccionar. Los responsables asignados del CMO para el correcto manejo de este dependerá de la estructura funcional de la empresa, preferentemente los operadores de sala y jefes de turno, teniendo un nivel jerárquico superior que revise que estos datos ingresados sean los correctos para una posterior entrega de estos (Ing. De procesos y/o superintendentes de área). Para que la plataforma cobre real sentido la recolección de datos debe ser diaria, para así tener un CMO que identifique claramente el desempeño de la operación. En la situación que se requieran para informes o entrega de información trimestrales, semestrales o incluso anuales, la conectividad para el registro de datos se puede llevar a cabo a través del sistema PI Process Book, puesto que la data necesaria para el funcionamiento del cuadro de mando operacional estará confeccionada de tal forma que se integre de la mejor manera a este sistema.

Con la implementación de un CMO, se generará una retroalimentación bastante dinámica entre los trabajadores de planta, puesto que origina un empoderamiento involuntario de estos mismos al visualizar el rendimiento de los procesos en los que se encuentran a cargo, abriendo espacios de discusión transversales con la alta gerencia, debido a que esta información los convierte en testigos del cumplimiento de objetivos claves en el manejo operacional.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVO ESPECIFICO	10
<b>ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS BASES.</b>	<b>11</b>
CUADRO DE MANDO INTEGRAL (CMI – BALANCED SCORECARD)	11
<i>Perspectivas Cuadro De Mando Integral. (Robert &amp; David, 2000)</i>	12
I. <i>Perspectiva financiera.</i>	12
BENEFICIOS DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL	13
CUADRO DE MANDO OPERACIONAL - CMO	14
ELABORACIÓN DE UN CUADRO DE MANDO OPERACIONAL - CMO.	15
KPI O INDICADORES.	16
<b>ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.</b>	<b>17</b>
ORGANIGRAMA UNIDAD FUNCIONAL	18
<b>METODOLOGÍA APLICADA</b>	<b>22</b>
DESCRIPCIÓN DE PROCESOS INVOLUCRADOS	22
<i>Molienda SAG.</i>	22
<i>Molienda Convencional.</i>	24
<i>Etapas 1 – sección #1</i>	24
<i>Etapas 2 – Sección #2</i>	24
<i>Etapas 3 – Sección #3</i>	25
<i>Etapas 4 – Sección #4</i>	25
<i>Flotación.</i>	28
IDENTIFICACIÓN KPI PROCESOS MOLIENDA – FLOTACIÓN	31

DEFINICIÓN Y DISEÑO DE LA PLATAFORMA _____	32
<i>Funcionamiento</i> _____	33
ASIGNACIÓN FORMAL DE LOS RESPONSABLES Y CONECTIVIDAD DE DATOS _____	41
REUNIONES DE AVANCE Y CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS _____	42
<b>CONCLUSIONES</b> _____	<b>43</b>
RECOMENDACIONES O ALCANCES _____	44
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> _____	<b>46</b>
<b>ANEXOS.</b> _____	<b>47</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA DIVISIÓN EL SOLDADO, ANGLO AMERICAN_	18
FIGURA N° 2– ORGANIGRAMA UNIDAD FUNCIONAL PLANTA SULFUROS. _____	18
FIGURA N° 3 – PROCESO PRODUCTIVO DIVISIÓN EL SOLDADO. _____	19
FIGURA N° 4 – FLOWSHEET PLANTA DE SULFUROS, DIVISIÓN EL SOLDADO. _____	20
FIGURA N° 5 – FLOWSHEET LÍNEAS DE AGUA PLANTA SULFURO, DIVISIÓN EL SOLDADO. _____	21
FIGURA N° 6 – FLOWSHEET MOLIENDA SAG, DIVISIÓN EL SOLDADO. _____	23
FIGURA N° 7 - PROCESO FÍSICO MOLIENDA SAG, DIVISIÓN EL SOLDADO _____	23
FIGURA N° 8 – FLOWSHEET MOLIENDA CONVENCIONAL, DIVISIÓN EL SOLDADO ____	26
FIGURA N° 9 – PROCESO FÍSICO MOLIENDA CONVENCIONAL, DIVISIÓN EL SOLDADO	27
FIGURA N° 10 – FLOWSHEET PLANTA DE FLOTACIÓN, DIVISIÓN EL SOLDADO. _____	29
FIGURA N° 11 – PROCESO FÍSICO FLOTACIÓN, DIVISIÓN EL SOLDADO _____	30
FIGURA N° 12 – VISUALIZACIÓN DATA CMO _____	34
FIGURA N° 13 – LÓGICA DE INTERPRETACIÓN DEL PROGRAMA _____	35
FIGURA N° 14 – VISUALIZACIÓN CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA _____	36
FIGURA N° 15 – VISUALIZACIÓN CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN. _____	37
FIGURA N° 16 – ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN _____	38
FIGURA N° 17 - ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA _____	39
FIGURA N° 18 – GRÁFICOS CON KPI SECUNDARIOS DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA _____	40



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 - DATA	34
----------------	----

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1	33
ECUACIÓN 2	33
ECUACIÓN 3	33

## ANEXO.

ANEXO N° 1 - VISUALIZACIÓN DATA CMO	47
ANEXO N° 2 – VISUALIZACIÓN CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA	48
ANEXO N° 3 - VISUALIZACIÓN CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN.	49
ANEXO N°4 – ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN. PARTE 1	50
ANEXO N° 5 - ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN. PARTE 2	51
ANEXO N° 6 - ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN. PARTE 3	52
ANEXO N° 7 - ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA.	53
ANEXO N° 8 – GRÁFICO CON KPI SECUNDARIOS DEL CMO PARA EL CIRCUITO DE MOLIENDA.	54

## INTRODUCCIÓN – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Particularmente el diseño e implementación del cuadro de mando operacional (CMO) para un circuito de Molienda y Flotación, independiente de la compañía minera donde se realice posee una gran importancia, ya que se debe indicar que es fundamental que toda empresa mida su desempeño en operaciones mediante sus parámetros claves, para que los objetivos que se proponen como compañía puedan ser medidos y mejorados en la medida en que estos se desvían del plan estratégico propuestos a nivel de corporación. En consecuencia, de esto se entiende la justificación del presente trabajo, en donde las empresas actúan en un entorno competitivo, obligándolas a generar modelos o herramientas de administración, que faciliten la gestión de la organización de forma integral y oportuna, a través del acceso a tecnologías de información.

El modelo propuesto que nos permite medir el desempeño actual o futuro de las empresas, y determinar si se cumplen o no su estrategia corporativa, fue creado por Robert Kaplan y David Norton en 1990, llamándolo cuadro de mando integral (CMI), cuando es aplicado a niveles de la alta gerencia, y si es llevado e interiorizado a niveles de procesos, sin importar cuales sean estos se traduce al cuadro de mando operacional (CMO).

Por ello, se establece que el insumo principal para la aplicación de este modelo, es la correcta identificación de los indicadores claves de cada proceso productivo, para poder alinearlos correctamente con la misión y visión de cada compañía donde sea llevado a cabo.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Realizar un modelo de gestión a través de la Confección de un programa interactivo (CMO) que permita el seguimiento a los procesos de las plantas de Molienda y Flotación.

### Objetivo Especifico

- Identificar objetivos operacionales.
- Establecer KPI planta molienda y flotación.
- Realizar simulaciones del programa.
- Monitorear operacionalmente el programa
- Evaluar los resultados obtenidos del CMO.
- Identificar futuros alcances en la aplicación del CMO.

## ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS BASES.

### Cuadro de mando integral (CMI – Balanced Scorecard)

En toda empresa o negocio, se vuelve fundamental llevar el control del desempeño estratégico, a través de herramientas de medición, que permitan cuantificar el nivel de contribución para la compañía. Ya que un mundo globalizado y de fácil acceso a tecnologías de información, crea un ambiente competitivo, donde contar con plataformas que midan objetivos, con el fin de proveer mejoras de estos mismos se vuelve esencial.

El cuadro de mando integral (CMI – Balanced Scorecard) fue presentado como modelo en 1992 por David Norton y Robert Kaplan. Es un modelo de gestión que genera valor agregado, ya que, los modelos de gestión tradicionales buscan medir principalmente los factores financieros y económicos, por otra parte, el CMI es capaz de englobar las perspectivas que sean necesarias para una mejor toma de decisiones dentro de la empresa, y así de manera más global y correcta, definir si la compañía va encaminada hacia la misión y visión estratégica propuesta. Es una filosofía práctica de gerenciamiento, la que tiene por objetivo principal la elaboración del cuadro de mando, permitiendo a las empresas y organizaciones obtener elementos para medir su éxito o crecimiento, ya que se basa en el principio de que no se puede controlar lo que no se puede medir. (Robert & David, 2000)

Perspectivas Cuadro De Mando Integral. (Robert & David, 2000)

Las perspectivas primordiales a tener en consideración en la confección y posterior presentación de un CMI, son el desempeño financiero, satisfacción del cliente, seguimiento y control de los procesos internos de negocio y, por último, el aprendizaje y el crecimiento de la compañía. Estas perspectivas son las más comunes a tener en cuenta, pero no son de carácter obligatorio en los cuadros de mandos.

#### I. Perspectiva financiera.

Relacionada con el área de contabilidad, enfocándose en las necesidades de los accionistas abarcando temas de ganancias, rendimiento económico, desarrollo de la compañía y rentabilidad. Los indicadores utilizados comúnmente en esta categoría son los índices de liquidez, de endeudamiento y de rendimiento del capital invertido.

#### II. Perspectiva del cliente

Para toda empresa, resulta esencial crear y mantener a los clientes fieles y satisfechos, por eso en esta perspectiva, se miden las relaciones con los clientes y las expectativas que se tienen sobre el negocio. Una vez que se tiene bien definido el segmento del mercado y los clientes seleccionados, se pueden ocupar indicadores como índices de satisfacción, de retención, de adquisición y de rentabilidad.

### III. Perspectiva Interna.

Se enfoca en los procesos que dan vida y participan de la cadena de valor de las empresas, con el fin de visualizar como están funcionando el negocio, si cumplen o no con los productos de acuerdo a los requerimientos del cliente.

### IV. Perspectiva del aprendizaje y crecimiento.

Dado que la mayoría de las empresas tienen un escaso avance en esta perspectiva, es la menos desarrollada. Se relaciona con la cultura de mejora continua, donde la empresa vaya fomentando en cada uno de sus colaboradores ésta cultura, tomando en cuenta indicadores como capacidad, competencia, satisfacción, clima y motivación para el aprendizaje y sistemas de información cuyos índices pueden ser bases de datos estratégicas.

## **Beneficios De un cuadro de mando integral**

En cuanto a la administración de las empresas las ventajas presentadas son: (Robert & David, 2000)

- Alineación de los empleados con la visión de la empresa.
- Los objetivos con conocidos por todos los empleados.
- Según los resultados obtenidos, se puede ir redefiniendo la estrategia de operación.
- La visión y estrategia propuestas por la compañía se traducen en acciones.
- Tener un control sobre los cumplimientos de la empresa y procesos de esta misma.
- Que la información presente en el CMO, esté disponible para todos los empleados de la compañía.

## **Cuadro de mando operacional - CMO**

Ya que el cuadro de mando integral nos permite tener una mirada más general del panorama actual en la que se encuentra cualquier negocio, existen cuadros de mandos operacionales (CMO - Dashboard), que están enfocados en la misma dirección que el CMI, pero este nos permite trabajar con una visión a corto plazo, dando lugar a seguimientos diarios a áreas específicas de la compañía, con la misión de corregir las medidas equivocadas y poder mejorarlas para que se encaminen hacia el plan estratégico de la empresa.

Como los cuadros de mando permiten medir las variables que se encuentren necesarias para su correcta utilización y confección, se recomienda que los departamentos involucrados tengan bien definidos los procesos y sus respectivas cadenas de valor. Esto se debe a que los CMO, son específicos para cada compañía y para los procesos que son aplicados, ya que no existirá un único modelo de gestión, debido a que los equipos de trabajo se identifican de manera particular con ciertos KPIs (Key Performance indicators) o indicadores que se consideren críticos dentro de cada compañía, los cuales sirven para la confección de un cuadro de mando. Al mismo tiempo, un cuadro de mando debe ser un programa interactivo de fácil entendimiento, de forma que asegure un control de manera rápida y sencilla, permitiendo a los trabajadores una ayuda efectiva en la toma de decisiones urgentes. (Robert & David, 2000)

### **Elaboración de un cuadro de mando operacional - CMO.**

Se entiende que hay distintas maneras de llevar a cabo a un CMO, pero se pueden tener varios aspectos comunes en cuanto a su elaboración.

- I. Una de ellas, es que el cuadro de mando debe tener solo información de relevancia, mostrada de forma sencilla, clara y resumida.
- II. Los gráficos, tablas, figuras y/o cuadros de datos, deben ser mostrados con la importancia que representa la información mostrada en ellos, ya que funcionan como apoyo a toda la información que se resume dentro de estos.
- III. Constatar cuales son las variables o aspectos claves a medir.
- IV. Seguimiento y control de las desviaciones de los indicadores propuestos.
- V. El CMO debe ser capaz de mostrar soluciones de ser necesario.

Estos aspectos son importantes, porque logran confeccionar un cuadro de mando que sea capaz de no perder la dirección de los objetivos que se pretenden alcanzar como organización, eliminando protocolos innecesarios cuando se solicita información a las mismas empresas para tomar medidas de corrección. (Robert & David, 2000)



### **KPI o Indicadores.**

Un KPI (Key Performance Indicator), también es conocido como indicador clave de rendimiento o desempeño. Este indicador es una medida del nivel del rendimiento del proceso, el cual evalúa un objetivo previamente fijado. Estos indicadores pueden ser tanto concretos como abstractos, además deben ser específico, medible, alcanzable, relevante y temporal.

Diseñado para mostrar como es el progreso en un proceso, para realizar la comparación de si están cumpliendo los objetivos de producción, calidad o lo que estime conveniente la empresa. Deben ser herramientas para clarificar y definir precisamente objetivos de mayor impacto, pudiendo verificar los cambios o resultados de estos.

Los principales objetivos de un KPI son, medir el nivel de producción, realizar diagnósticos, comunicar e informar la situación actual y los objetivos a cumplir de manera constante en el tiempo.

Los aspectos más importantes de los indicadores es que deben ser confiables, exactos en cuanto a su metodología de cálculo y consistentes. Los resultados mostrados deben llevar a la misma solución si es que la medición fue hecha por diferentes personas en circunstancias similares. El número de indicadores ideal según los creadores de este término es de siete por perspectiva y si son menos mejor, esto parte de la idea primitiva de un cuadro de mando operacional, ya que al aumentar el número de indicadores se vuelve difícil evaluar a cabalidad los objetivos, además de que el mensaje que intenta comunicar el CMO se puede difuminar y dispersar los esfuerzos en conseguir metas claras. (Robert & David, 2000)

## **Antecedentes de la empresa.**

Anglo American es una de las empresas mineras más grandes del mundo. Sus activos mineros de alta calidad incluyen metales del grupo Platino, Diamantes, Cobre, mineral de Hierro, Níquel, Carbón térmico y metalúrgico. Operan en África, Europa, Norte y Sudamérica, Australia y Asia.

“El soldado” es una mina a rajo abierto, cuenta con plantas de tratamiento de minerales oxidados y sulfurados (actualmente solo opera planta sulfuros). Ésta división se ubica en la Quinta Región, comuna de Nogales, Km 122 ruta 5 Norte, a 600 metros sobre el nivel del mar. En la Figura 4 se muestra un flowsheet completo de la planta sulfuros y en la Figura 5 otro flowsheet de la planta sulfuros involucrando las líneas de aguas.

Cuenta con una dotación de 1.200 trabajadores aproximadamente (personal propio y contratistas de operación y proyectos). En 2017 produjo 40.462 toneladas de cobre fino, entre cátodos de alta pureza y cobre contenido en el concentrado. (Soldado, s.f.)



Figura N° 1 – Ubicación geográfica División El Soldado, Anglo American

### Organigrama Unidad Funcional

Superintendencia de operación planta sulfuros tiene a cargo los procesos de Chancado, Molienda, Flotación, Espesamiento, Filtrado, Tranque y Recursos hídricos. (Soldado, s.f.)

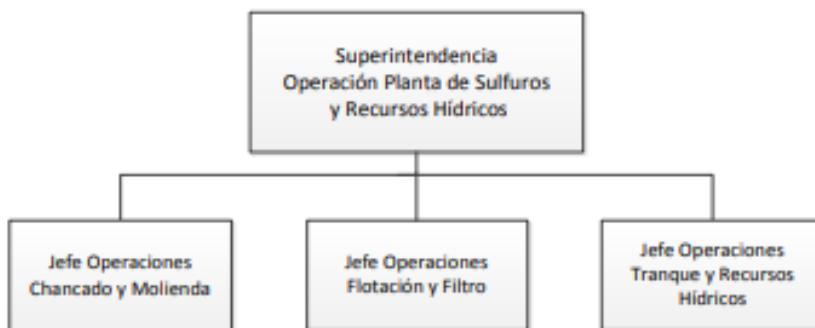


Figura N° 2– Organigrama unidad funcional planta sulfuros.

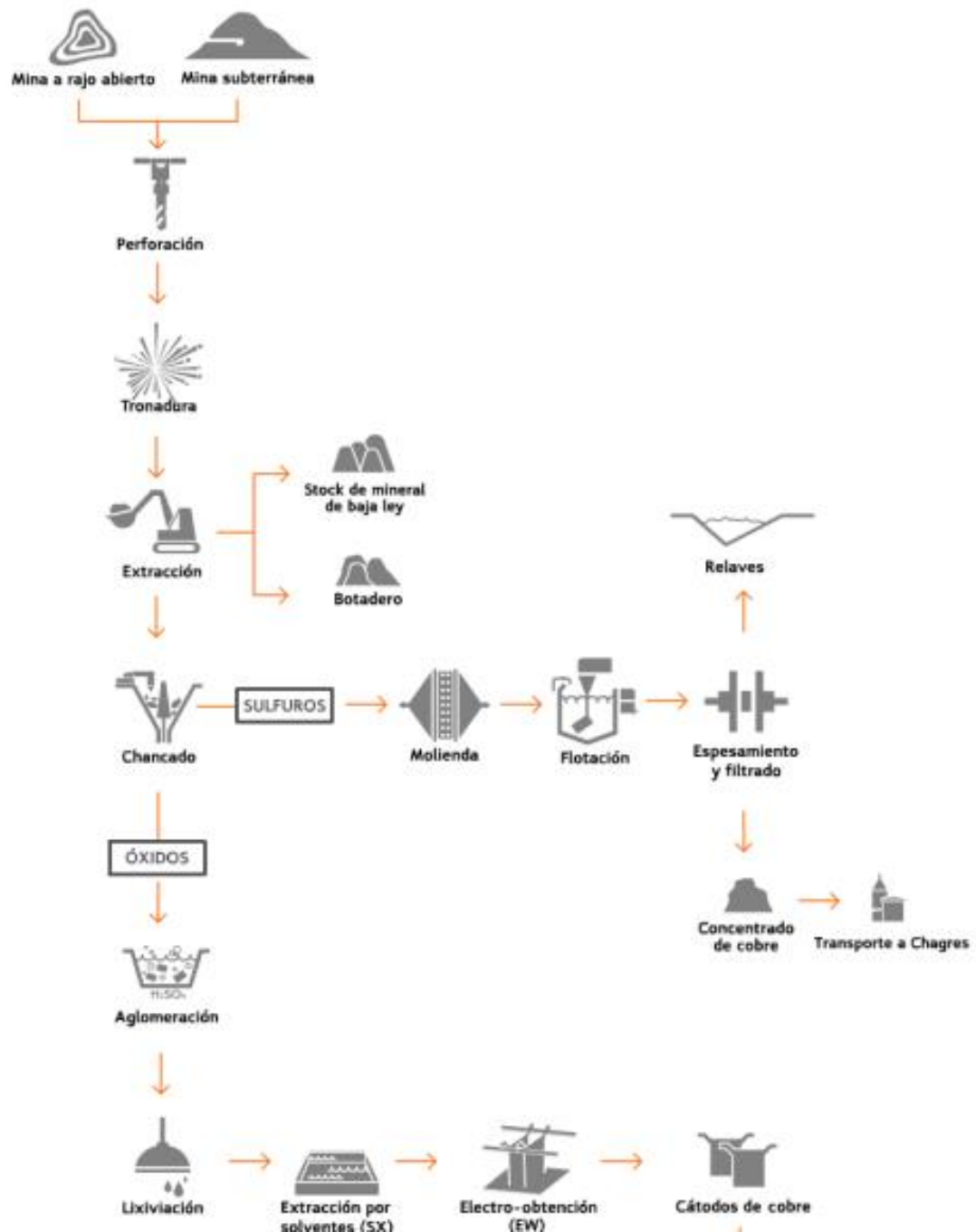


Figura N° 3 – Proceso productivo División El Soldado.

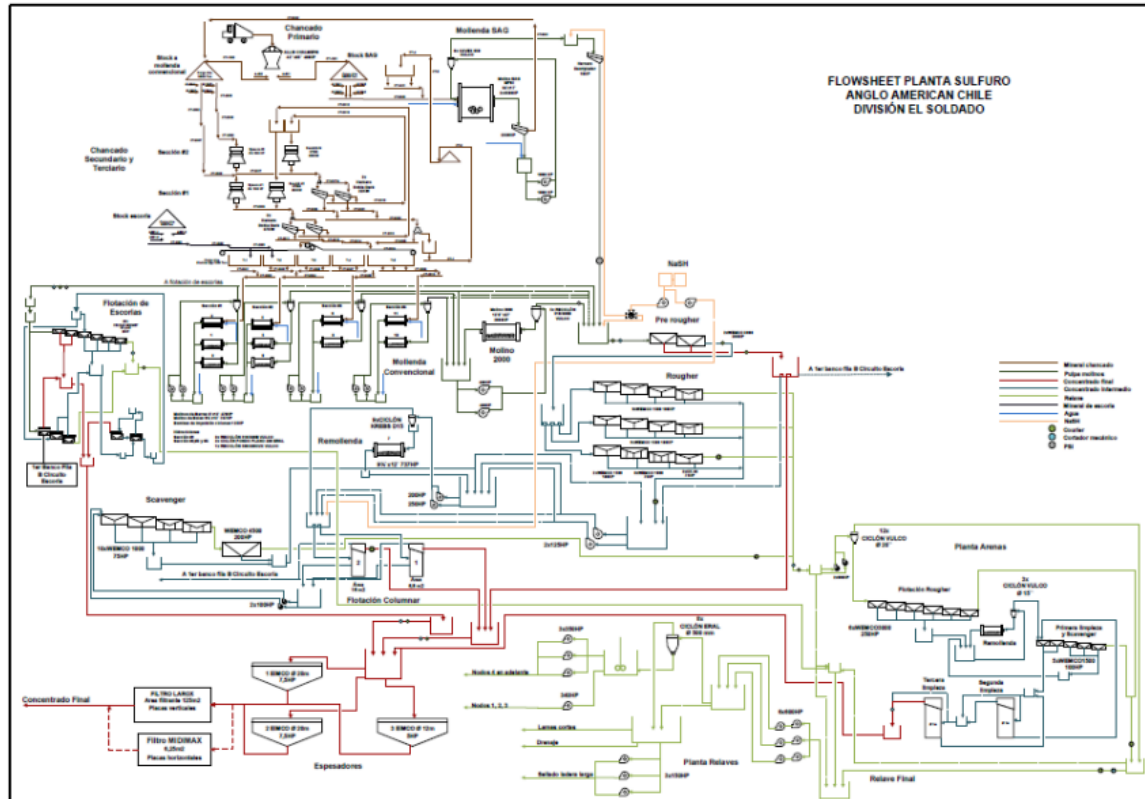


Figura N° 4 – Flowsheet planta de sulfuros, División El Soldado.

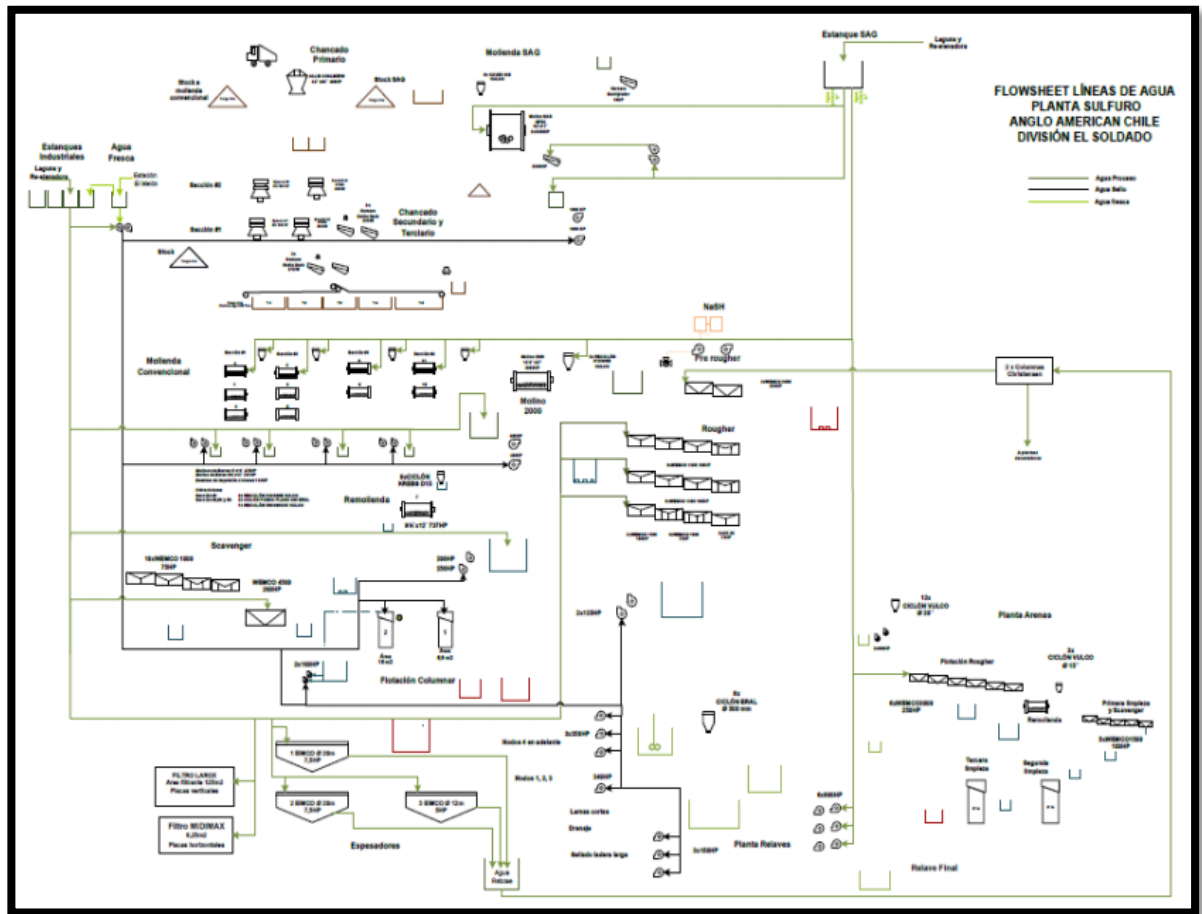


Figura N° 5 – Flowsheet líneas de agua planta sulfuro, División El Soldado.

## METODOLOGÍA APLICADA

### Descripción de procesos involucrados

#### Molienda SAG.

Una vez extraído el mineral de la mina, éste es enviado a la etapa de chancado primario, depositando el material triturado en dos stocks pile, uno destinado para abastecer el proceso a la Molienda SAG y el otro a Molienda Convencional. En la Figura 6 se presenta el flowsheet de molienda SAG y en la Figura 7 su proceso físico correspondiente.

El mineral es ingresado al molino SAG por la correa transportadora CT 3003. Con el fin de regular el porcentaje de sólidos en la alimentación, se adiciona agua junto a la alimentación fresca.

El producto de la etapa de Molienda SAG es descargado a un harnero vibratorio, donde se realiza la primera clasificación del material agregando agua por medio de rociadores. El mineral que presente un sobre tamaño es denominado pebble y es enviado al stock pile de la molienda convencional por medio de las correas CT 3001 y CT3002. En cuanto al mineral que tiene un menor tamaño del deseado es descargado en una cuba, para realizar una segunda clasificación gracias a los hidrociclones del SAG. Existen dos productos salientes de los hidrociclones SAG, el primero de ellos, son las partículas finas (overflow) y el segundo son las partículas gruesas (underflow), los cuales alimentan a las celdas Pre-Rougher WEMCO-3000 del circuito de flotación y al molino SAG (Recirculación), respectivamente.

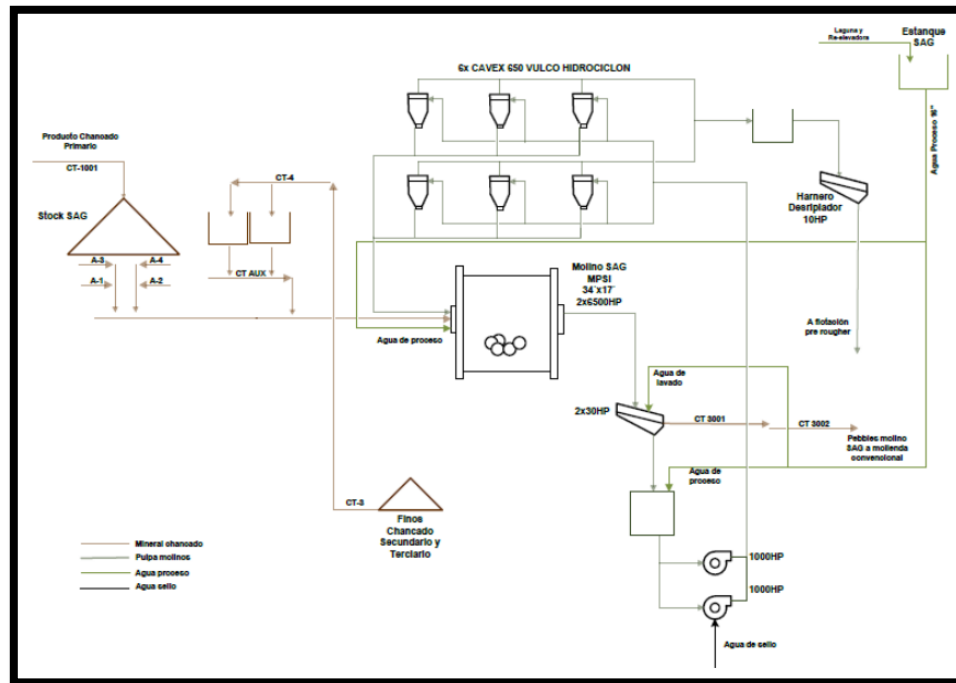


Figura N° 6 – Flowsheet Molienda SAG, División El Soldado.

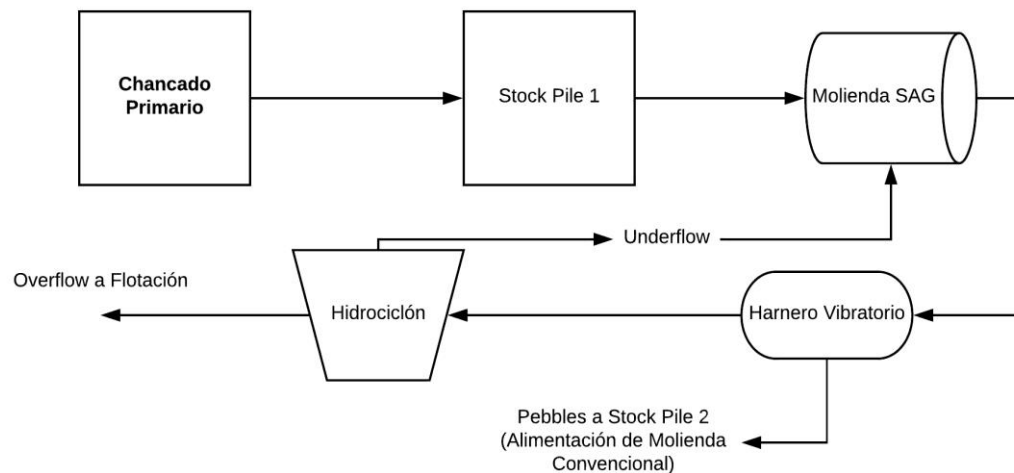


Figura N° 7 - Proceso Físico Molienda SAG, División El Soldado



### Molienda Convencional.

El mineral que es alimentado a la etapa convencional de molienda, pasa por chancado primario, secundario y terciario, el producto chancado es cargado en un tripper que es el encargado de distribuir la alimentación al proceso de molienda. En la Figura 8 de la página 26 se visualiza el flowsheet para molienda convencional y en la Figura 9 de la página 27 se muestra su proceso físico correspondiente.

Debido al crecimiento que ha tenido la planta en los últimos años, el cual no ha sido muy planificado en el largo plazo, la molienda convencional se divide en 4 etapas, las cuales serán detalladas a continuación.

#### Etapas 1 – sección #1

La sección #1 consta con 3 hidrociclones, un molino de barras (#2) el cual opera en un circuito cerrado con 2 molinos de bolas (#1 y #3). La cuba es alimentada por la descarga de los 3 molinos, para su posterior bombeo hacia a los hidrociclones para su respectiva clasificación. El overflow y underflow siguen el mismo procedimiento que para la molienda SAG, las partículas finas son enviadas a las celdas Pre- Rougher y las partículas de mayor tamaño son recirculadas a los molinos de bolas.

#### Etapas 2 – Sección #2

Al igual que en la sección #1 está compuesta por 3 hidrociclones, un molino de barras (#4) y dos molinos de bolas operando de la misma forma con circuito cerrado (#5 y #6). La diferencia radica cuando el material de la cuba es bombeado a 2 hidrociclones para su clasificación, el overflow del primer hidrociclón se envía a la flotación Pre-Rougher y el underflow es destinado a alimentar al segundo hidrociclón. Posteriormente, el overflow del segundo hidrociclón, es alimentado a la flotación Pre-Rougher y el underflow es recirculado a la molienda de bolas.

### Etapa 3 – Sección #3

Esta sección se compone por 3 hidrociclones (de los cuales dos son con fondo plano), un molino de barras (#9) operando en circuito cerrado con el molino de bolas (#8) trabajando en conjunto en circuito abierto con el molino unitario de bolas (Molino 2000).

La cuba es alimentada por la descarga de los molinos para ser bombeados a los hidrociclones para su clasificación. El overflow del primer hidrociclón es llevado a la cuba del molino 2000 y el underflow es dirigido al segundo hidrociclón. Este último hidrociclón envía el overflow a la cuba del molino 2000 y el underflow es recirculado a la molienda de bolas.

### Etapa 4 – Sección #4

Posee 3 hidrociclones, molino primario de barras (#11), molino de bolas (#10) y molino de bolas (molino 2000).

El funcionamiento de esta etapa es exactamente a la sección #3.

#### ❖ Molino 2000

Compuesto por 5 hidrociclones y un molino de bolas de 2000 HP. Los overflow de las secciones #3 y #4 son los encargados de la alimentación. El producto se descarga a una cuba a la cual llegan los overflow de molienda convencional. El overflow del primer hidrociclón llega a flotación Pre-Rougher y el underflow alimenta al segundo hidrociclón. Luego, el segundo hidrociclón su overflow se lleva a la flotación Pre.-Rougher y el underflow es recirculado al molino 2000.

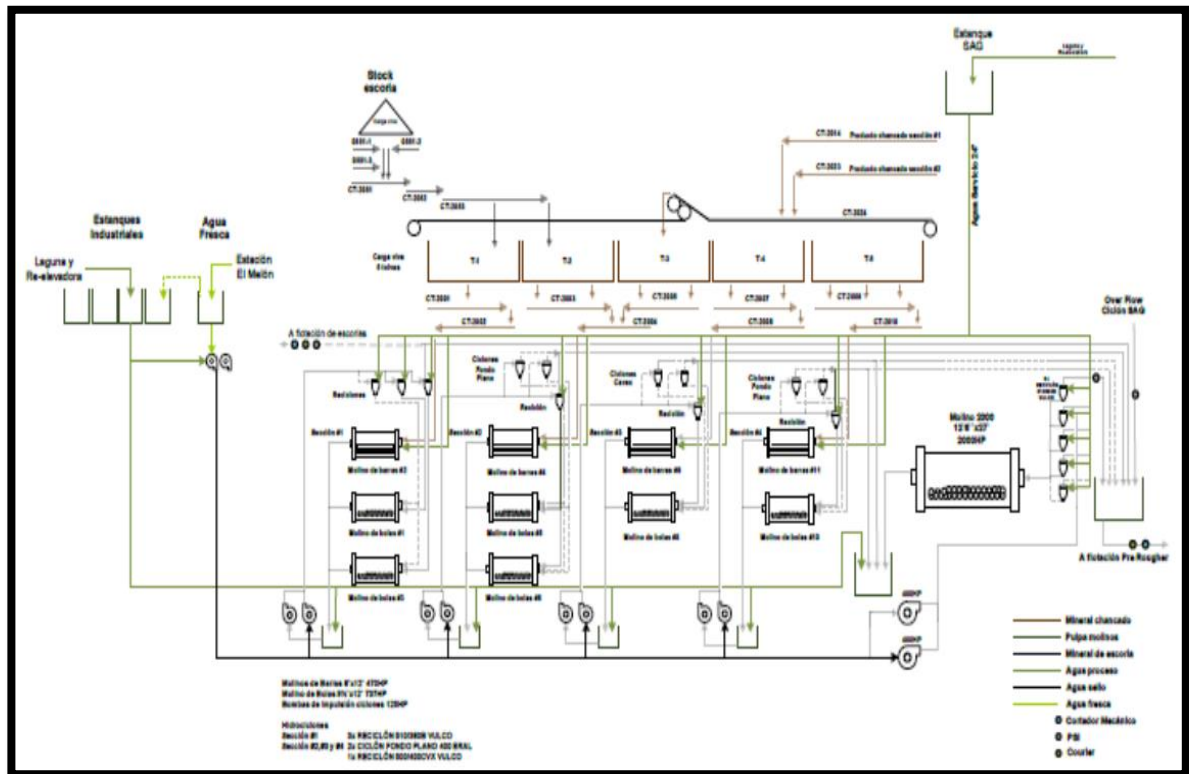


Figura N° 8 – Flowsheet Molienda Convencional, División El Soldado

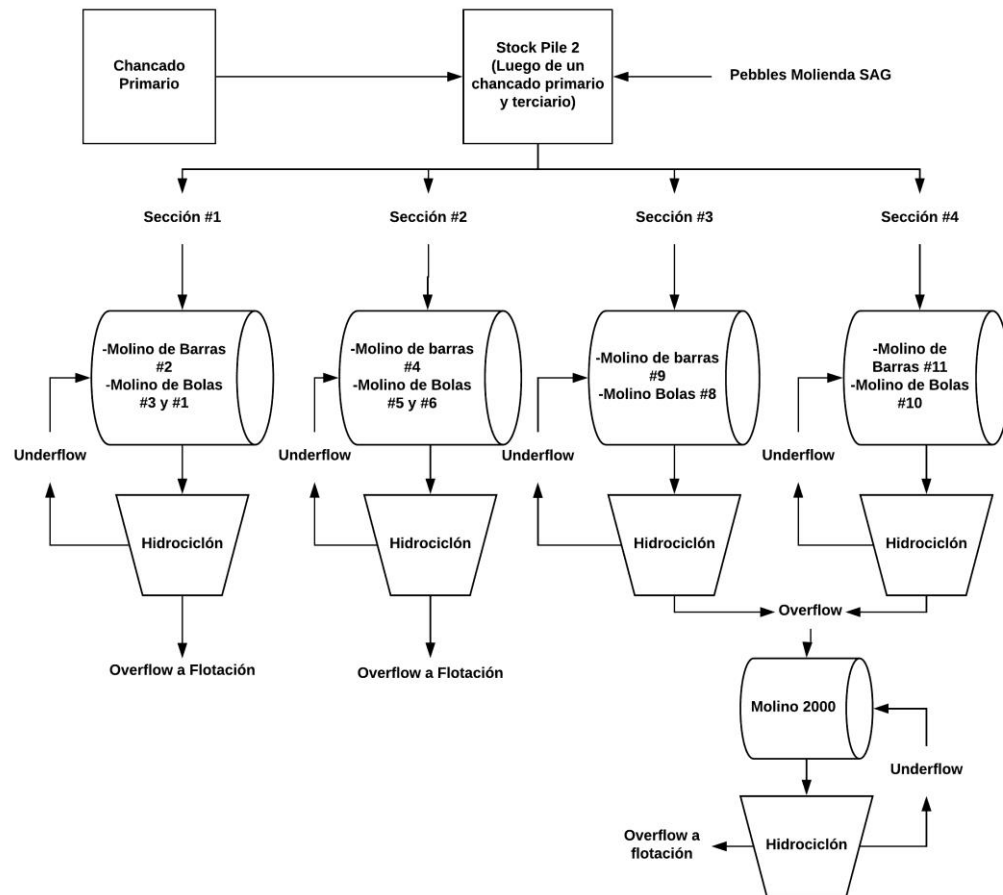


Figura N° 9 – Proceso Físico Molienda Convencional, División El Soldado

## Flotación.

La planta cual procesa el mineral del soldado compone su circuito de flotación principalmente por las etapas de Pre-Rougher, Rougher, remolienda, limpieza (cleaner) y scavenger. En la Figura 10 de la página 30 se visualiza el flowsheet de Flotación y en la Figura 11 de la página 31 se muestra su proceso físico correspondiente.

Los reactivos agregados en la flotación, se adicionan en el estanque acondicionador, al cual llegan los overflow de Molienda SAG, convencional y molino 2000. El banco Pre-Rougher está compuesto por 2 celdas WEMCO 3000, donde desde el estanque acondicionador se alimenta a las celdas del banco Pre-Rougher. El concentrado de este se envía al espesador como producto final.

El relave Pre-Rougher se utiliza como alimentación de la flotación Rougher, ingresando esta pulpa a 3 bancos de celdas Rougher (A, B, C). El relave Rougher se toma como relave final de flotación.

El concentrado Rougher junto con el concentrado scavenger se envían a una cuba de remolienda que alimenta a una batería de hidrociclones, el underflow vuelve a la cuba de remolienda, mientras que el overflow es descargado en las celdas de flotación columnar N°1 y 2.

El concentrado del circuito cleaner, se junta con el concentrado de Pre-Rougher, los cuales se van a la etapa de espesamiento para su posterior traslado. El relave del circuito cleaner, es trasladado al circuito scavenger donde se realiza una última limpieza, y el relave del circuito scavenger, es transportado a una limpieza por arena para una posterior depositación en el tranque el torito.

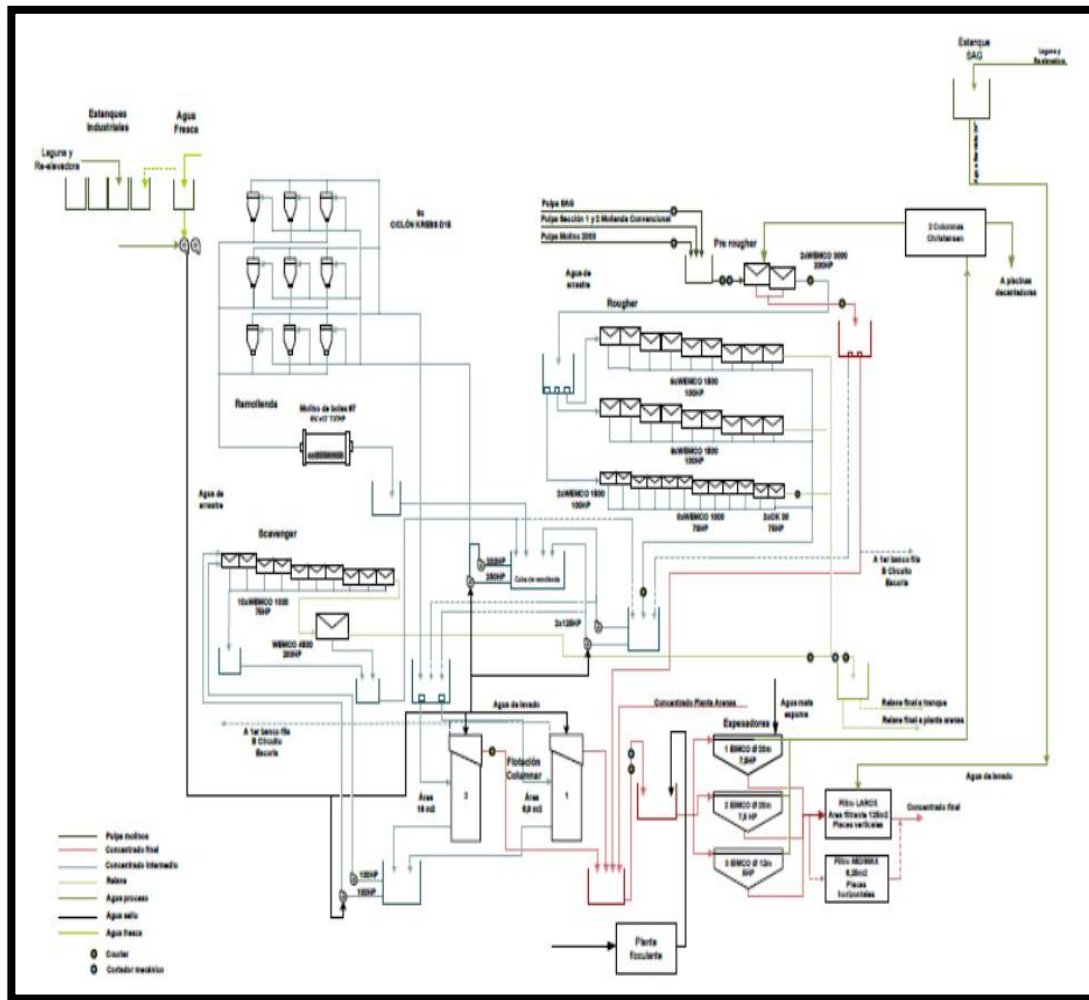


Figura N° 10 – Flowsheet planta de Flotación, División El Soldado.

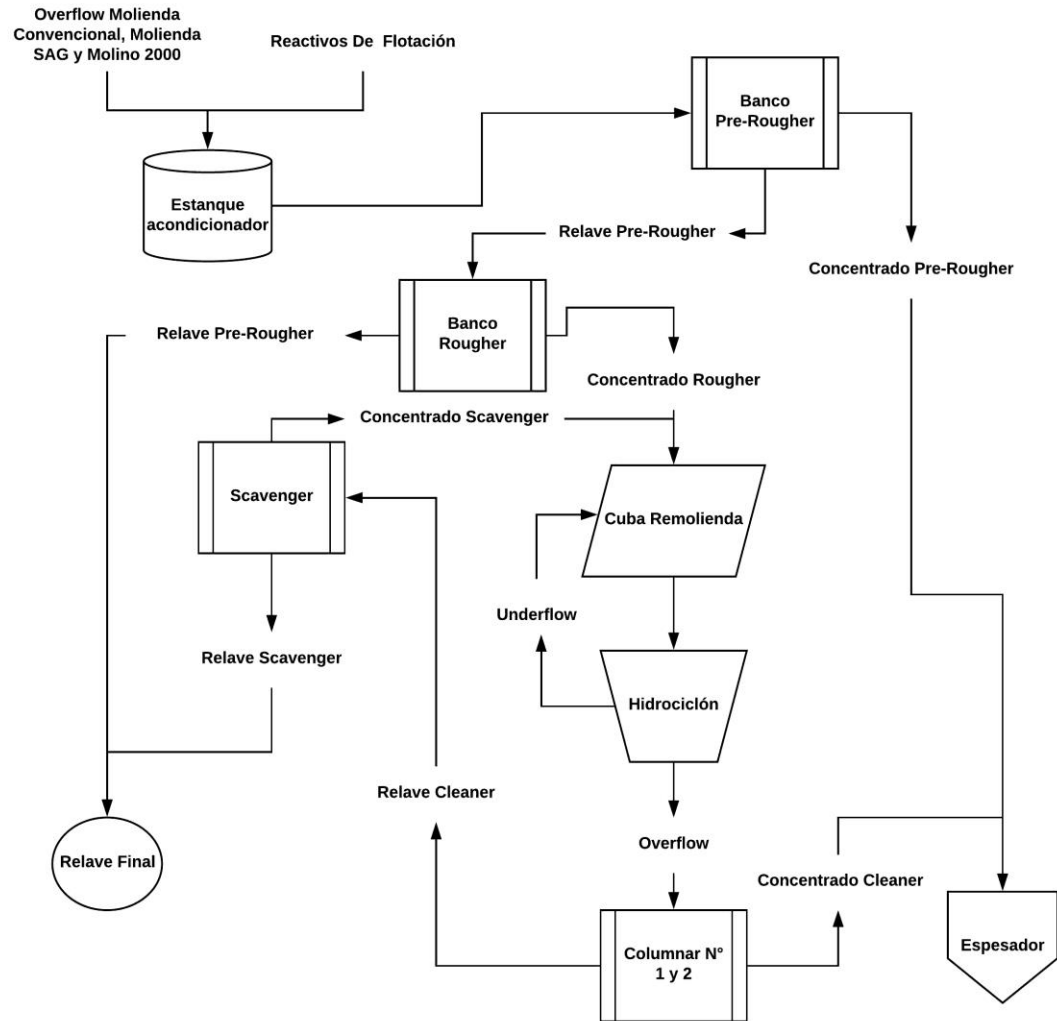


Figura N° 11 – Proceso Físico Flotación, División El Soldado

## Identificación KPI procesos Molienda – Flotación

Para entrelazar de forma coherente los procesos descritos anteriormente con la implementación del cuadro de mando operacional, en primera instancia se deben definir los parámetros que determinan la operación del circuito de Molienda y Flotación. Dichos KPI's fueron establecidos gracias a la colaboración en conjunto de gerentes de plantas, jefe de operaciones y operadores, con los cuales se logró trabajar en las diversas visitas a terreno realizadas.

### KPI Flotación

- Recuperación Planta.
- Tratamiento.
- F80.
- Ley de concentrado.

### KPI Molienda

- Tratamiento.
- P80.
- F80.
- Tiempo disponible de los molinos involucrados.
- Presión de descanso.
- Dureza del mineral.



## KPI ADICIONAL

Se gestiona la adición de un KPI de “accidentabilidad”, cumpliendo un rol preventivo en la entrega de información, donde se debe hacer foco en la operación diaria para evitar posibles accidentes, eludiendo la posibilidad de que el papel de este se convierta en un rol reactivo. Si el caso fuese el ultimo mencionado, se identificarán las problemáticas y como mitigarlas para que no tengan un carácter reiterativo. La contabilización de este indicador se realizará mediante los accidentes ocurridos en cada una de las plantas con tiempo perdido.

### **Definición y diseño de la plataforma**

Entendiendo que un cuadro de mando operacional debe ser de fácil acceso, no se requieren conocimientos avanzados de informática para su utilización, y al momento de ser utilizado, debe ser de fácil entendimiento, por estas razones, es escogido como base para la confección del CMO, el programa “Microsoft Excel” el cual servirá como fuente para representar el programa interactivo a confeccionar. El valor de ocupar este software se centra en que es ocupado por la mayoría de las empresas o compañías mineras para llevar a cabo sus dashboard correspondientes, sumado a que la comprensión de su formato es entendida por la mayoría de los profesionales involucrados en la industria y el costo de la suscripción anual que presenta el programa, es una de las más accesibles del mercado, lo convierten en la plataforma ideal. En la Figura 14 y 15 se muestra la interfaz del CMO para los circuitos de Molienda y Flotación, respectivamente. La Figura 18 representa la interfaz para el circuito de molienda que permite dar seguimientos a parámetros secundarios. Las Figuras 16 y 17 evidencian la lógica operativa para cada circuito, donde la Figura 13 explica su interpretación. En la sección de “Anexos” se encuentran con mayor resolución las figuras referidas con anterioridad.

### Funcionamiento

Para que la plataforma entregue la interfaz del CMO, para los circuitos de Molienda o Flotación, se deben ingresar los datos correspondientes pedidos por el sistema para cada proceso según corresponda, la ventana destinada para este procedimiento se muestra en la “Figura N°12 – Visualización Data CMO” (Se presenta con mayor nitidez en el Anexo 1). Los datos necesarios para el correcto funcionamiento se muestran en la “Tabla N°1 – Data”. Para el caso del CMO de Flotación una vez ingresados los datos pedidos, la lógica del programa resolverá todas las variables faltantes para un correcto funcionamiento, siguiendo las Ecuaciones 1,2 y 3.

#### Ecuación 1

$$TMS = TMH - \frac{TMH * \%H}{100\%}$$

#### Ecuación 2

$$Rec = \frac{LCa - LR}{LCo - LR} * \frac{LCo}{LCa} * 100\%$$

#### Ecuación 3

$$Tcuf = \frac{TMS * LCo}{100\%}$$

Donde:

TMS: Cantidad de Toneladas Métricas Secas de Cobre producido.

TMH: Cantidad de Toneladas Métricas Húmedas de Cobre producido.

%H: Porcentaje de humedad que presentan las TMS.

Rec: Porcentaje de Recuperación que se obtiene en la planta.

LCa: Ley de cabeza

LCo: Ley de concentrado

LR: Ley de relave

TCuF: Cantidad de Toneladas de Cobre fino producido.

Tabla 1 - Data

Data Circuito De Molienda	Data Circuito De Flotación
Tratamiento de todos los molinos de barra y bolas.	F80 (um)
Tratamiento Molino 2000	TMH
Tratamiento Molienda SAG	Porcentaje De Humedad
F80 convencional	TMS para todas las celdas
F80 SAG	Alimentación a Flotación
P80 Convencional	TMS Rougher
P80 SAG	TMS Scavenger
Disponibilidad de todos los molinos de barra y bolas	TMS Columnar
Disponibilidad Molino 2000	Ley de cabeza, relave y de concentrado para todas las celdas
Disponibilidad Molino SAG	Porcentaje sólidos para todas las celdas
Dureza Mineral alimentado a convencional	Recuperación Objetivo
Dureza SAG	Ley De Concentrado Objetivo
Presión De Descanso de todos los molinos de barra y bolas	Accidentabilidad
Presión De Descanso Molino 2000	
Presión De Descanso Molino SAG	
Tratamiento objetivo Molienda SAG	
Tratamiento Objetivo Molienda Convencional	
Tratamiento objetivo circuito Molienda	
Accidentabilidad	

Mes	Día	F80 (um)	TMH	Humedad %	TMS	Alimentación a Flotación	TMS Rougher	TMS Scavenger	TMS Columnar	Ley de Cabeza Flotación	Ley Concentrado PreRougher	Ley relave PreRougher
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
enero	01-01-2018											
enero	02-01-2018											
enero	03-01-2018											
enero	04-01-2018											
enero	05-01-2018											
enero	06-01-2018											
enero	07-01-2018											
enero	08-01-2018											
enero	09-01-2018											
enero	10-01-2018											
enero	11-01-2018											
enero	12-01-2018											
enero	13-01-2018											
enero	14-01-2018											
enero	15-01-2018											
enero	16-01-2018											
enero	17-01-2018											
enero	18-01-2018											
enero	19-01-2018											
enero	20-01-2018											
enero	21-01-2018											
enero	22-01-2018											
enero	23-01-2018											
enero	24-01-2018											
enero	25-01-2018											
enero	26-01-2018											
enero	27-01-2018											
enero	28-01-2018											
enero	29-01-2018											

Figura N° 12 – Visualización Data CMO

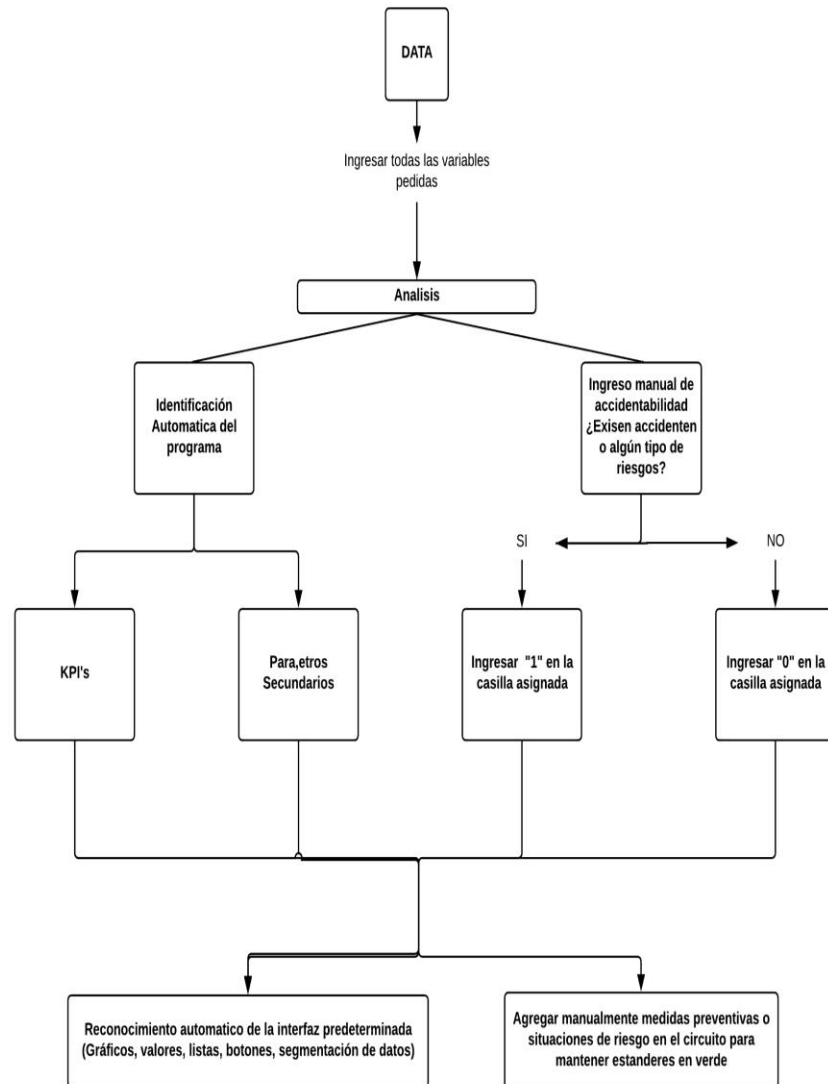
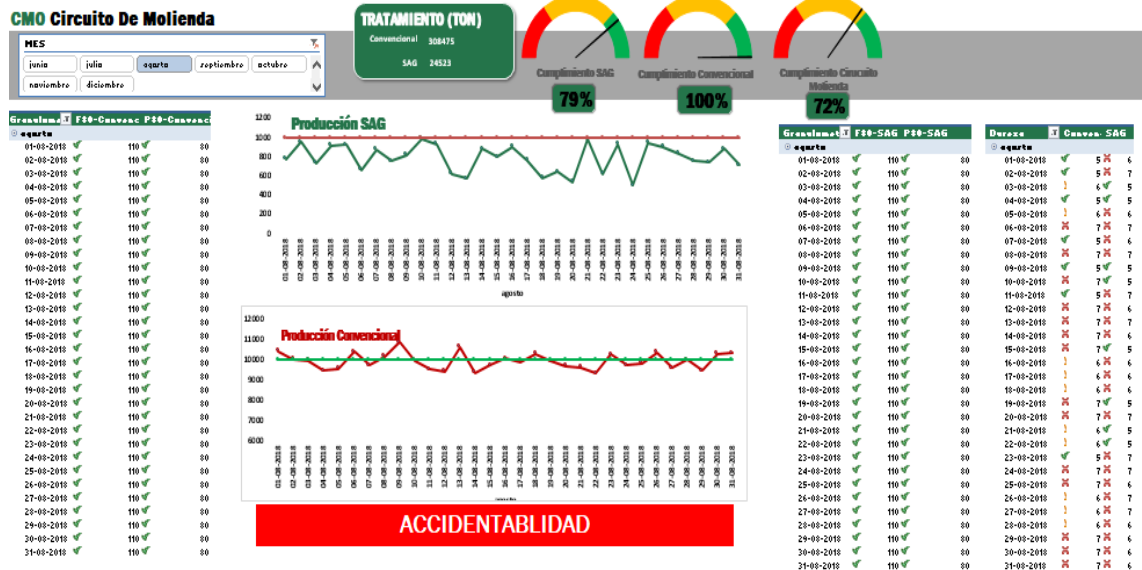


Figura N° 13 – Lógica de interpretación del programa



\*AGREGAR MEDIDAS PREVENTIVAS, O SITUACIONES DE RIESGO EN EL CIRCUITO DE MOLIENDA PARA MANTENER ESTANDARES EN VERDE.

Figura N° 14 – Visualización CMO para el circuito de Molienda

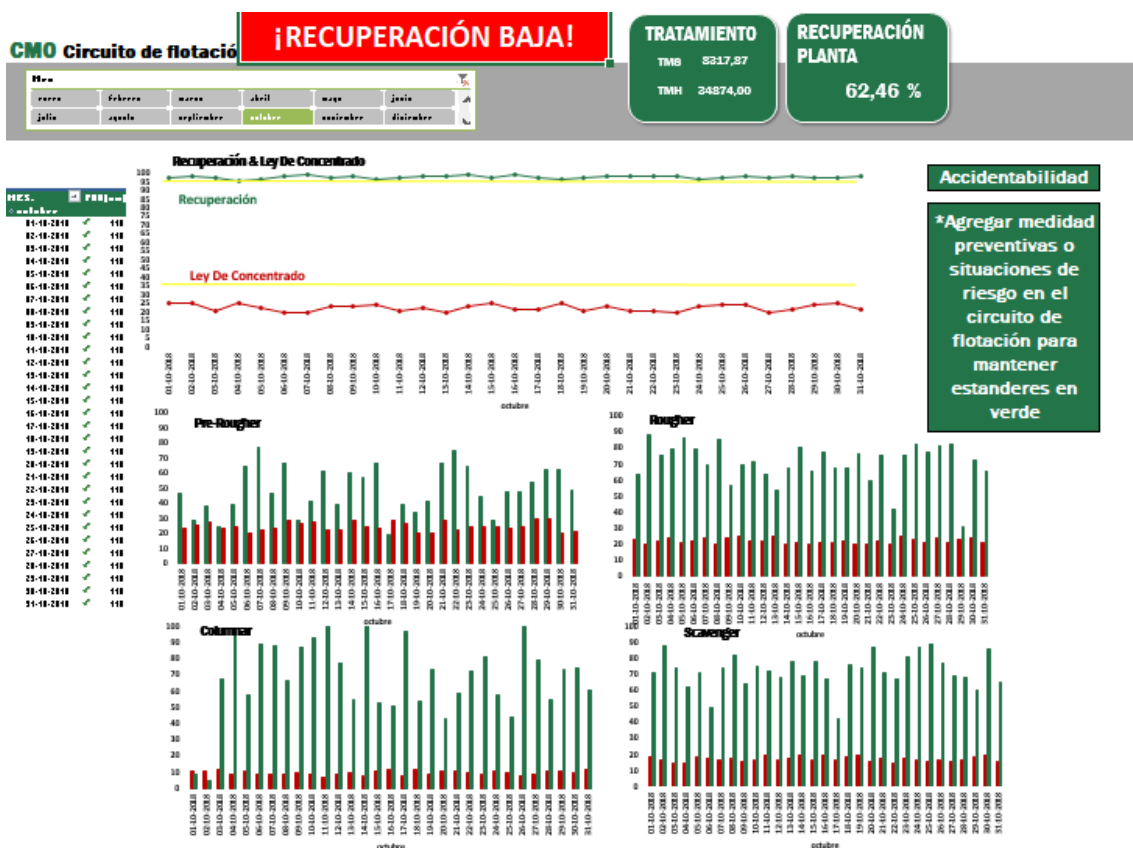


Figura N° 15 – Visualización CMO para el circuito de Flotación.

[illegible]

Figura N° 16 – Análisis de interpretación del CMO para el circuito de Flotación

Si hay accidentes colocar 1; si no mantiene 1

#### KP'S PRINCIPALES

Suma de Producción	Suma de Molienda SAG	objetivo SAG	Objetivo	Conve	OBJETIVO M
301564	23743	31000	310000	465000	
301564	23743	31000	310000	465000	
Produccion total	325307	77	97	70	

rojo	30				
amarillo	45			dato	77
verde	25			ancho	0,5
blanco	100			blanco	123
VELOCIMETRO SAG					

#### SEGUIMIENTO INDICADORES SECUNDARIOS

Etiquetas de fila	Suma de Molienda SAG	Suma de Producción objetivo	Etiquetas de fila	Suma de Producción Molienda	Suma de Producción Objetivo Molienda Convencional
<b>diciembre</b>			<b>diciembre</b>		
01-12-2018	795	1000	01-12-2018	8964	10000
02-12-2018	516	1000	02-12-2018	9936	10000
03-12-2018	866	1000	03-12-2018	9886	10000
04-12-2018	689	1000	04-12-2018	10391	10000
05-12-2018	862	1000	05-12-2018	10662	10000
06-12-2018	965	1000	06-12-2018	10217	10000
07-12-2018	684	1000	07-12-2018	9718	10000
08-12-2018	510	1000	08-12-2018	8494	10000
09-12-2018	546	1000	09-12-2018	9379	10000
10-12-2018	705	1000	10-12-2018	8641	10000
11-12-2018	913	1000	11-12-2018	9815	10000
12-12-2018	951	1000	12-12-2018	9856	10000
13-12-2018	641	1000	13-12-2018	9312	10000
14-12-2018	933	1000	14-12-2018	8908	10000
15-12-2018	556	1000	15-12-2018	10151	10000
16-12-2018	735	1000	16-12-2018	9340	10000
17-12-2018	743	1000	17-12-2018	8909	10000
18-12-2018	840	1000	18-12-2018	10174	10000
19-12-2018	910	1000	19-12-2018	9813	10000
20-12-2018	939	1000	20-12-2018	9353	10000
21-12-2018	512	1000	21-12-2018	9985	10000
22-12-2018	510	1000	22-12-2018	8978	10000
23-12-2018	546	1000	23-12-2018	10210	10000
24-12-2018	885	1000	24-12-2018	10268	10000
25-12-2018	896	1000	25-12-2018	9341	10000
26-12-2018	975	1000	26-12-2018	10525	10000
27-12-2018	957	1000	27-12-2018	10339	10000
28-12-2018	788	1000	28-12-2018	10029	10000
29-12-2018	910	1000	29-12-2018	9674	10000
30-12-2018	519	1000	30-12-2018	9440	10000
31-12-2018	946	1000	31-12-2018	10856	10000
VELOCIMETRO Convencional					
rojo	30				
amarillo	45			dato	97
verde	25			ancho	0,5
blanco	100			blanco	102
VELOCIMETRO TOTAL					

Figura N° 17 - Análisis de interpretación del CMO para el circuito de Molienda



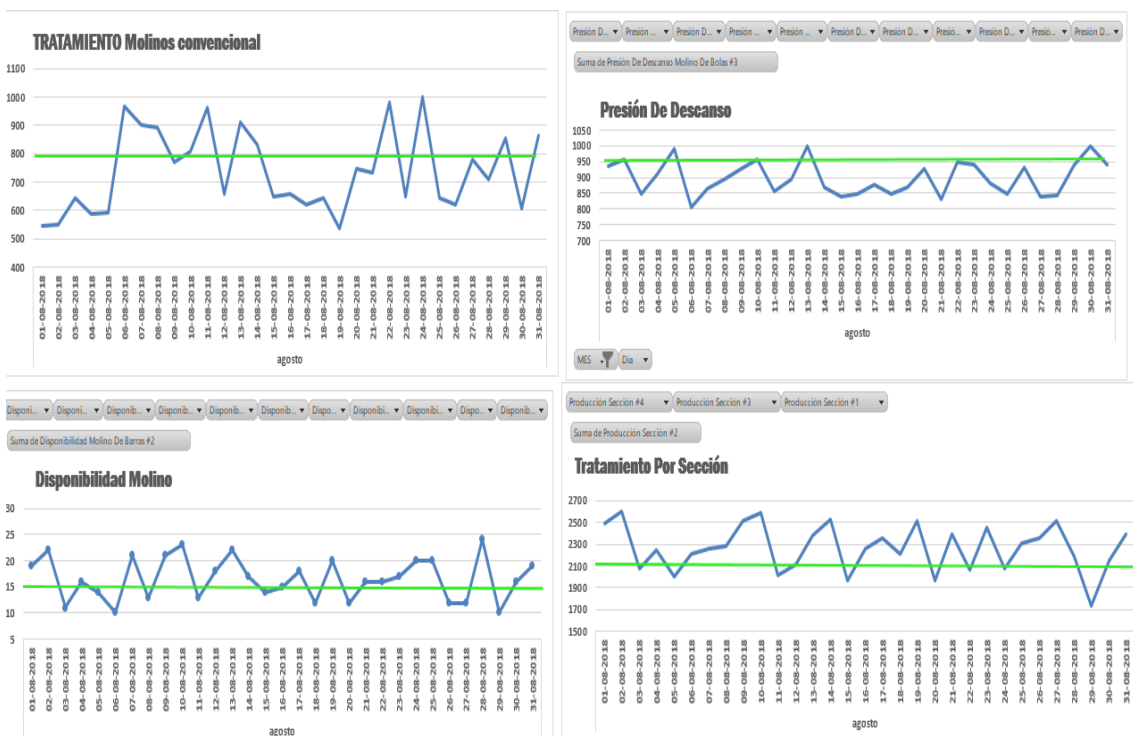


Figura N° 18 – Gráficos con KPI secundarios del CMO para el circuito de Molienda

### **Asignación formal de los responsables y conectividad de datos**

Una vez se ha dado a conocer el planteamiento del CMO para los circuitos de Molienda – Flotación siendo aprobado y validado, se procede a asignar los responsables para la toma formal de datos que alimentara la plataforma.

Esto dependerá de la estructura funcional de la empresa que determinará al responsable de llevar la gestión según para lo que se necesite el cuadro de mando operacional. Para que la plataforma cobre real sentido la recolección de datos debe ser diaria, para así tener un CMO que identifique claramente el desempeño de la operación, este es el caso en el que se requiera llevar registros de avances progresivos a corto plazo, así esta actividad puede involucrar a encargados con cargos más bajos desde operadores hasta jefes de turnos. En la situación que se requieran para informes o entrega de información trimestrales, semestrales o incluso anuales, la conectividad para el registro de datos se puede llevar a cabo a través del sistema PI Process Book, puesto que la data necesaria para el funcionamiento del cuadro de mando operacional estará confeccionada de tal forma que se integre de la mejor manera a este sistema.

## **Reuniones de Avance y consolidación de los datos**

Comprender que el grado de importancia y las facultades que se le entreguen al CMO teniendo en cuenta que ya fue aprobado, son absolutamente externas a él. Como bien se dijo anteriormente la periodicidad de recopilación de los datos dependerá para los fines que se requiera ocupar el CMO, por lo que el cronograma de reuniones para conocer los avances y estado del mismo, queda en manos absolutamente de la empresa que lo implemente. Al igual es el caso en la consolidación y veracidad de dichos datos, debido a que el cuadro de mando operacional no recopila estos mismos por sí solo, ya que dependerá expresamente del responsable asignado para implementarlo, constatando que la información otorgada proviene de informes de laboratorios autorizados y que en el caso que se utilice el programa PI Process Book provengan de una correcta instalación en la automatización de los procesos involucrados.

## CONCLUSIONES

Se presenta el objetivo general (abarcando en su totalidad a los objetivos específicos) a Minera División El Soldado en la última reunión llevada a cabo durante el segundo semestre 2018, el cual fue aprobado y validado con una recomendación de añadir estándares visuales en los gráficos principales del cuadro de mando para ambos circuitos, los cuales fueron sumados tal y como se presenta en la sección “Definición y diseño de la plataforma”.

Para el detalle de cumplimiento de los objetivos específicos propuestos se comprenden absolutamente todos estos. En cuanto a identificar objetivos operacionales para establecer KPI's de los circuitos Molienda y Flotación, se implementan 6 y 4 parámetros críticos que rigen dichas operaciones, respectivamente. Una vez materializada la interfaz descrita con anterioridad para el CMO, se efectúa las correspondientes simulaciones del programa, junto con el monitoreo operacional según los datos entregados por parte de Minera División El Soldado, las que pueden ser vistas en las “Figura N°14 – Visualización CMO para el circuito de Molienda” y “Figura N°15 – Visualización CMO para el circuito de Flotación”. Por ende, se da por entendido que la evaluación de los resultados obtenidos es aprobada una vez que se logra el desarrollo del modelo pedido.

Esta implementación genera una retroalimentación bastante dinámica entre los trabajadores de planta. Es sabido que en la operación diaria de un circuito de molienda o flotación los trabajadores son demandados continuamente para lograr un correcto procesamiento, por lo que el CMO al ser una plataforma de rápido acceso (al finalizar de los turnos, el CMO debe estar actualizado) y entendimiento, origina un empoderamiento involuntario de estos mismos al visualizar el rendimiento de los procesos en los que se encuentran a cargo, abriendo espacios de discusión transversales con la alta gerencia, puesto que

esta información los convierte en testigos del cumplimiento de objetivos claves en el manejo operacional.

### **Recomendaciones o Alcances**

Se cree fundamental concientizar e incentivar el uso de sistemas de información que permitan una mejor gestión en cualquier sentido de la organización, ya sea económicamente, financieramente y productivamente. Ya que cuando los trabajadores independientemente del cargo asignado logran interiorizar y hacer propias estas herramientas, pueden convertir estas situaciones en fuentes de ventajas competitivas, como el conocimiento de la situación y el nivel de cumplimiento de los objetivos productivos propuestos por la empresa, y de esta forma, lograr que sin importar el cargo que presente el trabajador, sepa cómo se encuentra la planta dado que ofrece un mejoramiento continuo de los procesos.

Si bien se indica que el ingreso de la data debe ser por una persona asignada, ya sea jefes de turno u operadores de sala, al momento de validar la data y los valores obtenidos del modelo realizado, se recomienda que exista una persona de un nivel superior en jerarquía que revise el ingreso de los datos, ya sea un ing. De procesos o el superintendente de la planta, con el fin de evitar un posible error al momento de actualizar el CMO. Además, el ingreso de variables no controladas (clima) debe ser considerado para una evaluación completa de los procesos junto con la implementación de sistemas de control internos de la misma planta.

La relevancia que se debe dar al KPI adicional de “accidentabilidad” no será suficiente con realizar las correctas medidas preventivas e informativas que da lugar el CMO, es importante alinearlos con el pensamiento activo de la empresa en cuanto a educar a los colaboradores en temas de seguridad y salud profesional, logrando que los trabajadores no solo asuman estos aspectos dentro de sus jornadas laborales, si no en todo momento de sus vidas entendiendo que estas problemáticas trasgreden más allá de cualquier compañía.

Es esencial una vez comenzada la aplicación de la plataforma encontrar un mecanismo (indicador) que permita a la empresa medir el desempeño del CMO de acuerdo a los trabajadores implicados, demostrando su adaptación laboral en los primeros meses de prueba.

## BIBLIOGRAFÍA

Portal Minero, 2006. *Manual General De Minería & Metalurgia*. Santiago: Portal Minero Ediciones.

Robert, K. & David, N., 2000. *Cuadro De Mando Integral*. Segunda ed. s.l.:Traducción España.

Soldado, A. A. -. D. E., s.f. *Anglo American Chile*. [En línea]  
Available at: <https://www.angloamerican-chile.cl>  
[Último acceso: 8 Junio 2018].

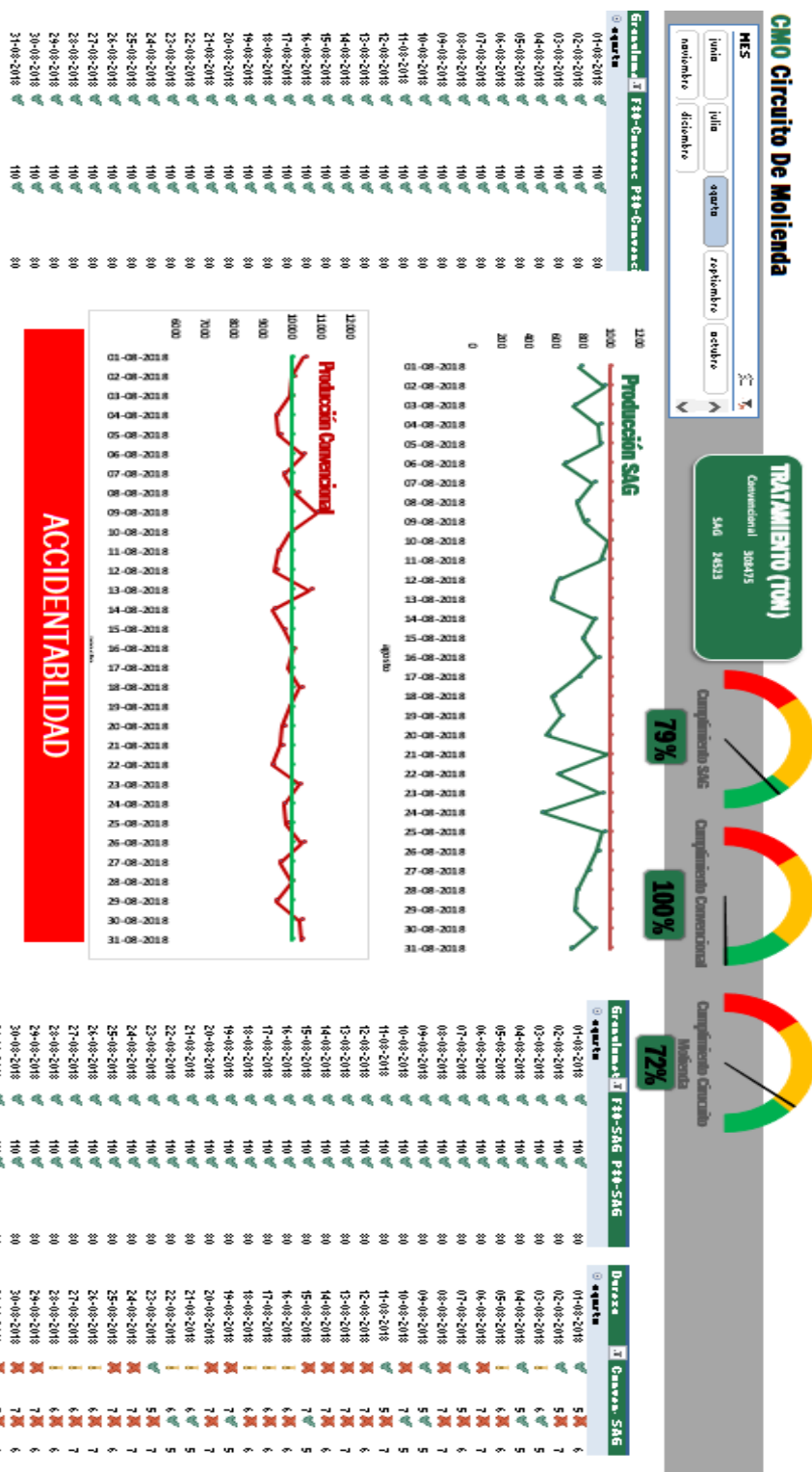
Soldado, A. A. -. D. E., s.f. *Balances Informe Operación División El Solado*, Valparaíso: División Soldado.

## ANEXOS.

Mes	Día	F80 (um)	TMH	Humedad %	TMS	Alimentación a Flotación	TMS Rougher	TMS Scavenger	TMS Columnar	Ley de Cabeza Flotación	Ley Concentrado PreFlotougher	Ley relave PreFlotougher
enero	01-01-2018											
enero	02-01-2018											
enero	03-01-2018											
enero	04-01-2018											
enero	05-01-2018											
enero	06-01-2018											
enero	07-01-2018											
enero	08-01-2018											
enero	09-01-2018											
enero	10-01-2018											
enero	11-01-2018											
enero	12-01-2018											
enero	13-01-2018											
enero	14-01-2018											
enero	15-01-2018											
enero	16-01-2018											
enero	17-01-2018											
enero	18-01-2018											
enero	19-01-2018											
enero	20-01-2018											
enero	21-01-2018											
enero	22-01-2018											
enero	23-01-2018											
enero	24-01-2018											
enero	25-01-2018											
enero	26-01-2018											
enero	27-01-2018											
enero	28-01-2018											

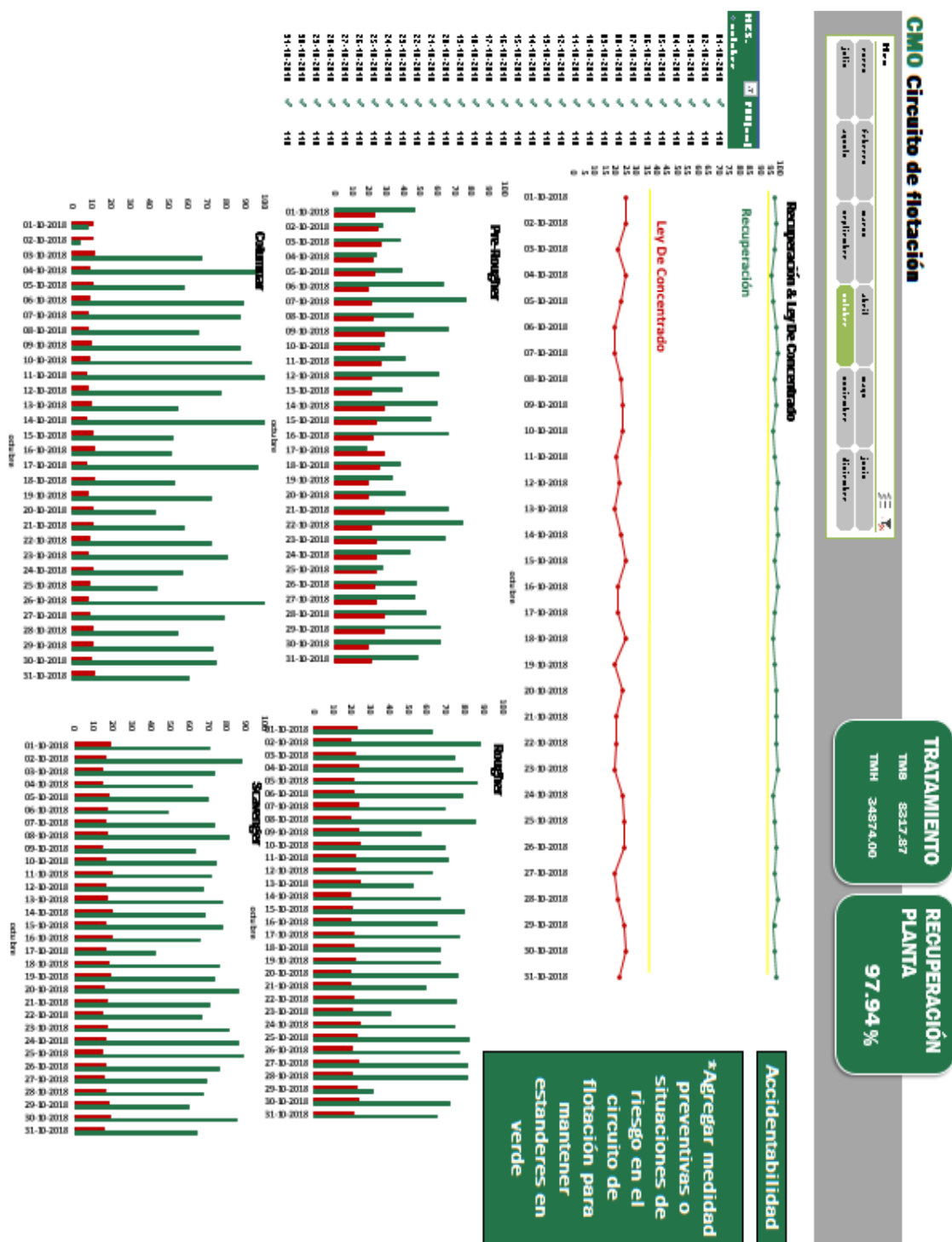
**ANEXO N° 1 - Visualización Data CMO**





\*AGREGAR MEDIDAS PREVENTIVAS, O SITUACIONES DE RIESGO EN EL CIRCUITO DE MOLIENDA PARA MANTENER ESTANDARES EN VERDE.

ANEXO N° 2 – Visualización CMO para el circuito de Molienda



ANEXO N° 3 - Visualización CMO para el circuito de Flotación.

### KPIs PRINCIPALES

Suma de Ley Relave Final				Suma de Ley de Cabeza Flotación				Suma de TMS				Suma de TMS			
126	704.38	330.9	330.9	837.871	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74
126	704.38	330.9	330.9	837.871	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74	837.87	348.74
Recuperación Planta				Recuperación Planta				Recuperación Planta				Recuperación Planta			

SINO HAY PRESGO DE ACCIDENTALIDAD MANTENER VALOR EN 0, SINO EN 1

0

### Seguimientos Secundarios

Etiquetas de fila				Suma de Recuperación Planta				Suma de Ley concentrado Final			
octubre											
01-10-2018	02-10-2018	03-10-2018	04-10-2018	97.6127074	25.37	97.6127074	25.37	97.6127074	25.37	97.6127074	25.37
05-10-2018	06-10-2018	07-10-2018	08-10-2018	96.3894612	25.46	96.3894612	25.46	96.3894612	25.46	96.3894612	25.46
09-10-2018	10-10-2018	11-10-2018	12-10-2018	97.400573	21.25	97.400573	21.25	97.400573	21.25	97.400573	21.25
13-10-2018	14-10-2018	15-10-2018	16-10-2018	96.046734	25.38	96.046734	25.38	96.046734	25.38	96.046734	25.38
17-10-2018	18-10-2018	19-10-2018	20-10-2018	96.8718735	22.89	96.8718735	22.89	96.8718735	22.89	96.8718735	22.89
21-10-2018	22-10-2018	23-10-2018	24-10-2018	96.8375889	20.04	96.8375889	20.04	96.8375889	20.04	96.8375889	20.04
25-10-2018	26-10-2018	27-10-2018	28-10-2018	99.2806344	20.16	99.2806344	20.16	99.2806344	20.16	99.2806344	20.16
29-10-2018	30-10-2018	31-10-2018		97.55875493	23.4	97.55875493	23.4	97.55875493	23.4	97.55875493	23.4
				98.441097	24.1	98.441097	24.1	98.441097	24.1	98.441097	24.1
				96.88785449	20.46	96.88785449	20.46	96.88785449	20.46	96.88785449	20.46
				97.228533	22.49	97.228533	22.49	97.228533	22.49	97.228533	22.49
				96.72333049	22.55	96.72333049	22.55	96.72333049	22.55	96.72333049	22.55
				98.8134644	25.14	98.8134644	25.14	98.8134644	25.14	98.8134644	25.14
				99.2234073	20.85	99.2234073	20.85	99.2234073	20.85	99.2234073	20.85
				97.2538585	25.4	97.2538585	25.4	97.2538585	25.4	97.2538585	25.4
				99.02575806	21.48	99.02575806	21.48	99.02575806	21.48	99.02575806	21.48
				96.433026	25.14	96.433026	25.14	96.433026	25.14	96.433026	25.14
				97.4672748	20.43	97.4672748	20.43	97.4672748	20.43	97.4672748	20.43
				96.4388885	22.87	96.4388885	22.87	96.4388885	22.87	96.4388885	22.87
				98.22894749	20.85	98.22894749	20.85	98.22894749	20.85	98.22894749	20.85
				96.4388885	20.81	96.4388885	20.81	96.4388885	20.81	96.4388885	20.81
				98.382849	20.33	98.382849	20.33	98.382849	20.33	98.382849	20.33
				96.7539869	24.73	96.7539869	24.73	96.7539869	24.73	96.7539869	24.73
				96.468073	24.83	96.468073	24.83	96.468073	24.83	96.468073	24.83
				97.2932786	21.81	97.2932786	21.81	97.2932786	21.81	97.2932786	21.81
				98.4427473	24.49	98.4427473	24.49	98.4427473	24.49	98.4427473	24.49
				97.8493884	25.24	97.8493884	25.24	97.8493884	25.24	97.8493884	25.24
				98.8778533	21.6	98.8778533	21.6	98.8778533	21.6	98.8778533	21.6
				97.1710882	24.49	97.1710882	24.49	97.1710882	24.49	97.1710882	24.49
				97.3291691	25.24	97.3291691	25.24	97.3291691	25.24	97.3291691	25.24
				98.385255	22.16	98.385255	22.16	98.385255	22.16	98.385255	22.16

## ANEXO N°4 – Análisis de interpretación del CMO para el circuito de Flotación. Parte 1

Etiquetas de fila	Suma de Ley Concentrado Rougher	Suma de Recuperación Rougher
01-0-2008	22,26	63,792724
02-0-2008	20,3	66,999462
03-0-2008	22,11	75,420305
04-0-2008	24,1	79,276579
05-0-2008	24,62	86,673008
06-0-2008	24,66	79,284246
07-0-2008	24,18	70,126789
08-0-2008	20,14	65,789622
09-0-2008	24,34	65,989269
10-0-2008	24,7	69,468845
11-0-2008	22,32	71,490383
12-0-2008	22,46	63,946406
13-0-2008	24,69	63,472762
14-0-2008	20,22	67,789467
15-0-2008	20,62	60,476961
16-0-2008	20,62	65,959527
17-0-2008	21,62	77,993474
18-0-2008	21,65	67,494491
19-0-2008	22,55	67,78322
20-0-2008	20,24	76,739462
21-0-2008	20,19	69,722074
22-0-2008	21,72	75,884788
23-0-2008	21,4	41,59469
24-0-2008	24,76	75,369569
25-0-2008	23,8	82,87954
26-0-2008	20,74	77,759394
27-0-2008	23,93	81,925667
28-0-2008	21,6	82,49665
29-0-2008	23,1	31,984919
30-0-2008	24,07	72,970469
31-0-2008	21,45	65,939937

Etiquetas de fila	Suma de Ley de concentrado scanneer	Suma de Recuperación Scanneer
01-0-2008	16,97	71,419388
02-0-2008	17,07	80,013294
03-0-2008	16,02	74,006065
04-0-2008	16,18	62,190472
05-0-2008	16,67	70,959449
06-0-2008	17,76	49,729548
07-0-2008	16,54	71,019807
08-0-2008	17,34	81,706705
09-0-2008	16,37	63,627063
10-0-2008	17,24	75,117349
11-0-2008	16,91	72,570268
12-0-2008	16,51	61,694637
13-0-2008	17,33	78,778671
14-0-2008	16,83	63,306917
15-0-2008	16,02	70,249625
16-0-2008	16,3	66,824862
17-0-2008	16,39	42,880314
18-0-2008	16,38	76,570641
19-0-2008	16,51	74,94332
20-0-2008	16,66	66,944667
21-0-2008	17,73	71,7745719
22-0-2008	16,26	67,1470989
23-0-2008	17,55	81,428891
24-0-2008	16,92	86,976222
25-0-2008	16,42	69,154678
26-0-2008	17,04	76,604691
27-0-2008	16,76	63,498371
28-0-2008	16,81	67,736206
29-0-2008	16,43	60,329728
30-0-2008	16,36	65,726726
31-0-2008	16,89	65,024655

## ANEXO N° 5 - Análisis de interpretación del CMO para el circuito de Flotación. Parte 2

Etiquetas de fila	Suma de Ley Concentrado Columnar	Suma de Recuperación Columnar
octubre		
01-10-2018	11.23	8.725718726
02-10-2018	10.91	4.697321967
03-10-2018	11.76	67.63062767
04-10-2018	9.31	96.47851839
05-10-2018	11.17	58.1130937
06-10-2018	8.98	88.93728535
07-10-2018	8.58	87.89857856
08-10-2018	8.59	66.15661828
09-10-2018	10.38	87.32758505
10-10-2018	9.08	93.20039445
11-10-2018	7.43	150.2808106
12-10-2018	8.89	77.71810883
13-10-2018	10.03	54.91191162
14-10-2018	8.04	109.0761091
15-10-2018	10.74	52.60796586
16-10-2018	11.66	51.37547893
17-10-2018	7.99	96.5770251
18-10-2018	11.65	53.55911424
19-10-2018	8.77	72.97090723
20-10-2018	11.24	43.3865157
21-10-2018	11.29	58.7601748
22-10-2018	9.78	72.56863598
23-10-2018	8.87	81.26769948
24-10-2018	10.92	57.91770604
25-10-2018	9.75	44.22578027
26-10-2018	8.22	105.2746419
27-10-2018	9.23	79.4658817
28-10-2018	11.22	54.81864545
29-10-2018	11.3	73.384069
30-10-2018	10.29	74.67465753
31-10-2018	11.53	60.60196688

### ANEXO N° 6 - Análisis de interpretación del CMO para el circuito de Flotación. Parte 3

**Si hay accidentes colocar 1, si no mant 1**

### KP'S PRINCIPALES

Suma de Producción Suma de Molinera SAG		objetivo S Objetivo Convene OBJETIVO MOLI	
308475	24523	31000	310000
308475	24523	31000	465000
Producción total	332998	79	100
			72

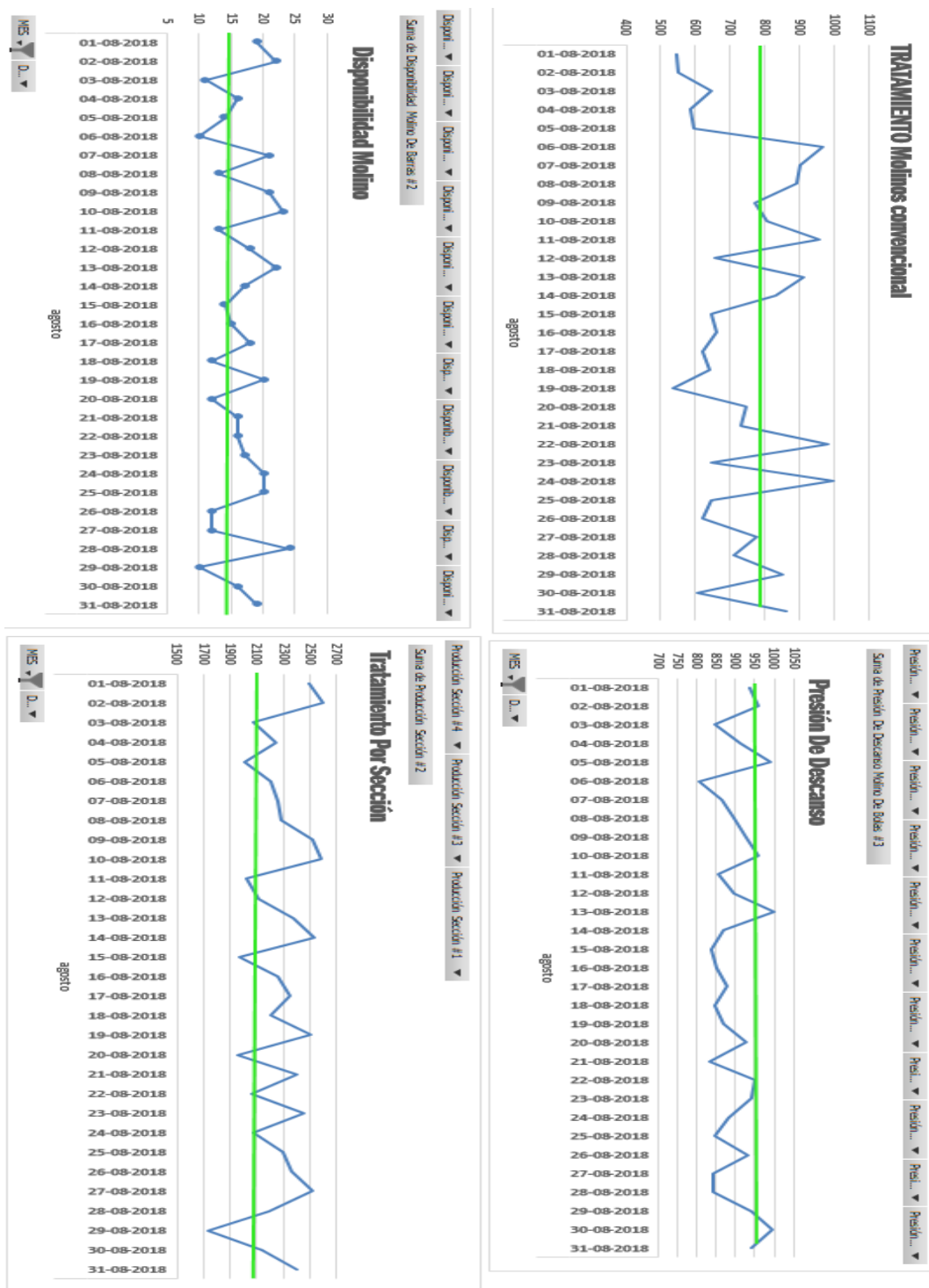
rojo	30			
amarillo	45			79
verde	25			0.5
blanco	100			120
VELOCIMETRO SAG				

### SEGUIMIENTO INDICADORES SECUNDARIOS

Etiquetas de T Suma de Molinera SAG		Suma de P Etiquetas de filat Suma de Producción Suma de	
agosto		agosto	
01-08-2018	777	01-08-2018	10453
02-08-2018	952	02-08-2018	10037
03-08-2018	734	03-08-2018	9980
04-08-2018	923	04-08-2018	9489
05-08-2018	927	05-08-2018	9566
06-08-2018	669	06-08-2018	10410
07-08-2018	878	07-08-2018	9745
08-08-2018	757	08-08-2018	10173
09-08-2018	824	09-08-2018	10878
10-08-2018	981	10-08-2018	9975
11-08-2018	931	11-08-2018	9542
12-08-2018	622	12-08-2018	9457
13-08-2018	577	13-08-2018	10657
14-08-2018	887	14-08-2018	9378
15-08-2018	801	15-08-2018	9730
16-08-2018	904	16-08-2018	10076
17-08-2018	764	17-08-2018	9913
18-08-2018	584	18-08-2018	10308
19-08-2018	642	19-08-2018	9950
20-08-2018	538	20-08-2018	9706
21-08-2018	986	21-08-2018	9661
22-08-2018	627	22-08-2018	9341
23-08-2018	935	23-08-2018	10289
24-08-2018	504	24-08-2018	9755
25-08-2018	946	25-08-2018	9855
26-08-2018	903	26-08-2018	10389
27-08-2018	837	27-08-2018	9609
28-08-2018	757	28-08-2018	10021
29-08-2018	741	29-08-2018	9461

rojo	30			
amarillo	45			100
verde	25			0.5
blanco	100			100
VELOCIMETRO Convencional				
rojo	30			
amarillo	45			72
verde	25			0.5
blanco	100			128
VELOCIMETRO TOTAL				

**ANEXO N° 7 - Análisis de interpretación del CMO para el circuito de molienda.**



ANEXO N° 8 – Gráfico con KPI secundarios del CMO para el circuito de molienda.